

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

Svařovací hydraulický stůl

WeldingHydraulic Table

Student:

Zbyšek Bednarz

Vedoucí bakalářské práce:

Dr. Ing. Jaroslav Melecký

Ostrava 2015

## Zadání bakalářské práce

Student: **Zbyšek Bednarz**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **2302R010 Konstrukce strojů a zařízení**  
Specializace: **21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení**  
Téma: **Svařovací hydraulický stůl**  
**Welding Hydraulic Table**

### Zásady pro vypracování:

Zpracujte konstrukční návrh svařovacího hydraulického stolu určeného pro svařování nerezových stěn bazénů.

V rámci řešení bakalářské práce dále proveďte:

- analýzu a řešení dané problematiky
- návrh rozměrů jednotlivých komponent stolu na základě stanovených technických parametrů
- kontrolní výpočet metodou MKP
- volbu počtu a typu hydraulických válců a stanovení jejich průměru
- schema hydraulického obvodu
- příslušnou výkresovou dokumentaci

### Technické parametry:

Délka: cca. 5000 mm  
Šířka stolu: cca. 1500 mm  
Zdvih stolu: 800 až 850 mm  
Max. nosnost: 2500 kg (uprostřed stolu)  
800 kg (při nesouměrném zatížení)

Bližší specifikace nutných technických údajů a požadavků bude upřesněna v průběhu řešení bakalářské práce firmou CONTI THERM spol. s r.o.

### Seznam doporučené odborné literatury:

JERÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1.vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1999. 119 s.  
SERENSEN, S. V., KOGAJEV, V. P., ŠNEJDEROVIČ, R. M. *Únosnost a pevnostní výpočty strojních součástí*. Praha, SNTL, 1967.  
LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.  
POŠTA, J., ČERNOVOL, M. aj. *Renovace strojních součástí*. SVÚM a.s. – ČTS, Praha, 1998. 160 s. ISBN 80-902015-6-3  
ZIEGLER, J., HELEBRANT, F. *Technická diagnostika výrobních zařízení*. VŠB Ostrava, 1992. 175 s. ISBN 80-7078-111-4.  
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha, Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace*. Obsah, forma a struktura. Praha,  
Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr. Ing. Jaroslav Melecký**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



---

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



---

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

.....

ZbyšekBednarz

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :.....

.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Zbyšek Bednarz

Adresa trvalého pobytu autora práce: Ropice 77

## Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Dr. Ing. Jaroslavovi Meleckému za odborné rady a čas věnovaný konzultacím. Dále děkuji mému dobrému příteli Ing. Janu Bardoňovi za cenné rady a pomoc při studiu na VŠB.

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

BEDNARZ, Z. Svařovací hydraulický stůl: bakalářská práce.

Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2015, 40 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Jaroslav Melecký

Bakalářská práce se zabývá návrhem hydraulického polohovacího stolu pro svařování nerezových stěn bazénů. V první části jsem se zabýval přehledem trhu. Další část je zaměřena na samotnou konstrukci stolu, statické uvolnění sestavy a určení počtu a průměru hydraulických válců. V posledních kapitolách jsou uvedeny veškeré výpočty kriticky namáhaných součástí, kontrola v MKP a návrh hydraulického agregátu včetně schématu.

## **ANOTATION OF THE BACHELOR THESIS**

BEDNARZ, Z. A Hydraulic Welding Table: the bachelor thesis.

Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Department of Production machines and design, 2015, 40 p., the thesis director: Dr. Ing. Jaroslav Melecký

The bachelor thesis deals with the project of a hydraulic positioning welding table used for the welding stainless steel swimming pool walls. In the first part there is a market offer overview. The following section deals with the table construction, static construction release and with the specifying the number and diameter of the hydraulic cylinders. In the last chapters there are all calculations of the critically stressed parts, the check by FEM and the hydraulic aggregate design including the scheme.

# Obsah

Seznam použitých značek.....	9
0 Úvod .....	10
1 Přehled trhu .....	11
1.1 Hydraulický stůl HSP 010.....	11
1.2 Zvedací stůl hymo - maxima.....	12
1.3 Motocyklový zvedák na motorku hydraulický Workshop RoadStar 400 kg.....	13
2 Konstrukční návrh stolu .....	14
2.1 Statické uvolnění, určení průměru a počtu hydraulických válců .....	18
2.1.1 Statické uvolnění - těleso I .....	18
2.1.2 Statické uvolnění - těleso II .....	19
2.1.3 Statické uvolnění - těleso III .....	20
2.1.4 Výpočet průměru válce .....	20
2.2 Předběžná kontrola čepů .....	22
2.2.1 Čep č.1 .....	22
2.2.2 Čep č. 2 .....	24
2.2.3 Čep č. 3 .....	26
2.2.4 Čep č. 4 .....	28
2.3 Kontrola MKP .....	30
2.3.1 Detailní kontrola čepu č.1 .....	30
2.3.2 Detailní kontrola čepu č.2.....	31
2.3.3 Detailní kontrola čepu č.3.....	32
2.3.4 Detailní kontrola čepu č.4.....	33
2.3.5 Detailní kontrola ramene č.1 .....	34
2.3.6 Detailní kontrola ramene č.2 .....	35
3 Hydraulická část.....	36
4 Závěr.....	38
5 Literatura.....	39
6 Seznam příloh .....	40



## Seznam použitých značek

$a, b, c, e, f, h$	Vzdálenosti	[mm]
$d$	Průměr válce	[mm]
$F_v$	Síla pneumatického válce	[N]
$F_x$	Síla v ose X	[N]
$F_y$	Síla v ose Y	[N]
G	Tíha	[N]
g	Gravitační zrychlení	[ms <sup>-2</sup> ]
k	Bezpečnost	[-]
m	Hmotnost	[kg]
$M_o$	Ohybový moment	[Nm]
$R_e$	Mez kluzu	[MPa]
$R_x$	Reakční síla v ose X	[N]
$R_y$	Reakční síla v ose Y	[N]
$d_c$	Průměr čepu	[mm]
$p_c$	Tlak na čep	[MPa]
$p_{dov}$	Dovolený tlak	[MPa]
$p$	Pracovní hydraulický tlak	[MPa]
$\sigma_{dov}$	Dovolené napětí	[MPa]
$\sigma_{oc}$	Ohybové napětí	[MPa]
$\tau_{sc}$	Napětí ve smyku	[MPa]
$\tau_{sdov}$	Dovolené napětí ve smyku	[MPa]

## 0 Úvod

Vývojem lidstva se vyvíjí potřeba zdokonalovat a upravovat různé pracovní pomůcky. Hlavním cílem těchto změn je efektivnost a rychlost výroby. Pro dosažení optimálních pracovních podmínek je velice nutná ergonomie pracovního náčiní. Mále zámečnické dílny bývají vybaveny jednoduchými svařovacími stoly, ke kterým je možno přimontovat různé přípravky a upínky. V dílnách, kde tyto pracovní pomůcky nejsou dostatečně vyhovující, je nutné přistoupit na návrh jednoúčelových montážních nebo svařovacích stolů.

V této bakalářské práci se budu zabývat návrhem polohovatelného svařovacího stolu, pro svařování nerezových stěn bazénů. Podmínkou pro konstrukci bylo navrhnout stůl s co nejvyšší tuhostí, nejlepší rovinností a možností upnutí různých pracovních přípravků.

Cíle:

- návrh geometrie stolu
- pevnostní kontrola ramen a čepů
- výkres sestavy, svařence a výrobní výkres součástí

# 1 Přehled trhu

Na současném trhu je mnoho druhů polohovacích stolů, určených pro různé aplikace a požadavky jednotlivých pracovišť. Níže jsem uvedl 3 typy hydraulických stolů, které jsou odlišné svou konstrukcí, rozměry a technickým provedením.

## 1.1 Hydraulický stůl HSP 010

- Stavitelná výška pracovního stolu
- Stabilní konstrukce
- Hydraulické ovládaní zdvihu
- Kvalitní provedení

### Technické údaje:

- Rozměr základny stolu 600 x 960 mm
- Rozměr pracovní desky 600 x 1200 mm
- Rozsah nastavitelné výšky 680 až 1100 mm
- Nosnost stolu 100 kg
- Hmotnost stolu 40 kg



Obr.1.1 - Hydraulický stůl HSP 010 [1]

## 1.2 Zvedací stůl hymo - maxima

- Nosnost 1.000 – 2.000 kg, s užitným zdvihem až 1.650 mm

### Výbava a zpracování:

- Vysoká spolehlivost a dlouhá životnost
- Speciální provedení mohou být nabídnuta na požádání.
- Jednoduchý nůžkový mechanismus.
- Ve standardním provedení je hydraulický agregát zabudován do konstrukce.
- Kontaktní bezpečnostní lišta proti úrazu z přimáčknutí.
- Vymezení potřebného zdvihu pomocí koncových spínačů.



Zvedací stůl Maxima BX

CLOSE X

Obr.1.2 - Zvedací stůl hymo - maxima [2]

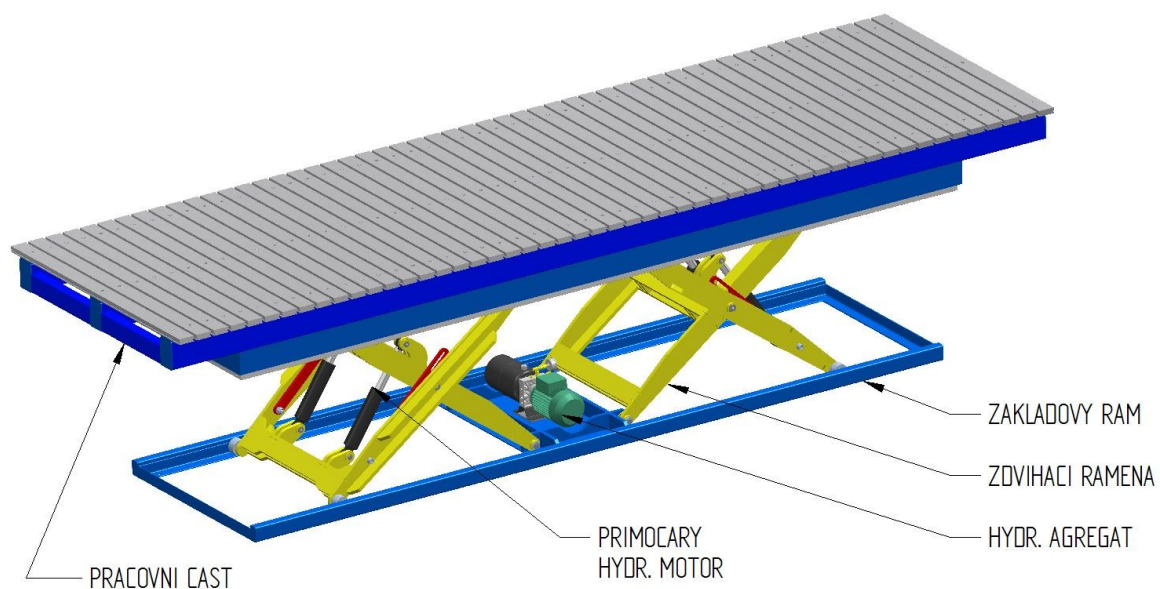
### 1.3 Motocyklový zvedák na motorku hydraulický Workshop RoadStar 400 kg

- Hydraulický zvedák pro motocykly ovládaný odnímatelným nožním pedálem je ideální pro vybavení dílny , jednoduchosti a přístupnosti při opravě motocyklu.
- Zvedák jednoduše a bezpečně zvedne motocykl, který předním kolem je uzavřen do "svěráku kol"v předu. V zadní části ho můžete stabilizovat pomocí zadního zvedáku nebo úvazků
- nosnost 400 kg, zvedací Délka stolu: 220 cm, šířka: 68 cm Pracovní výška: 18 cm až 70 cm, celková délka 255 cm, se stabilními ocelovými kolečky.
- Samostatná páka umožňuje rychlé spouštění



Obr.1.3 - Motocyklový zvedák Workshop RoadStar 400 [3]

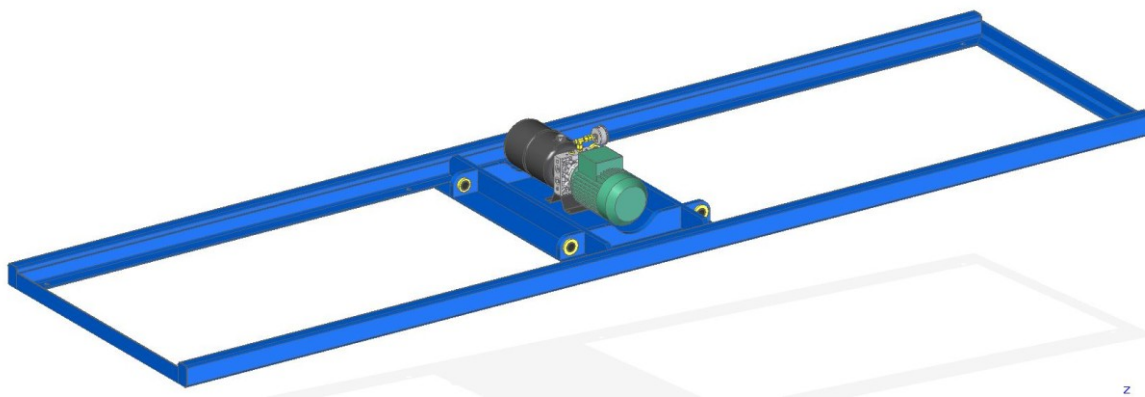
## 2 Konstrukční návrh stolu



Obr. 2.1 - Hydraulický svařovací stůl

Konstrukce celého stolu se skládá ze tří hlavních částí: základový rám, zdvihadí ramena a horní, pracovní část stolu. Níže je popis a vysvětlení funkce jednotlivých částí.

### Základový rám



Obr. 2.2 - Základový rám

### Hlavní funkce základového rámu:

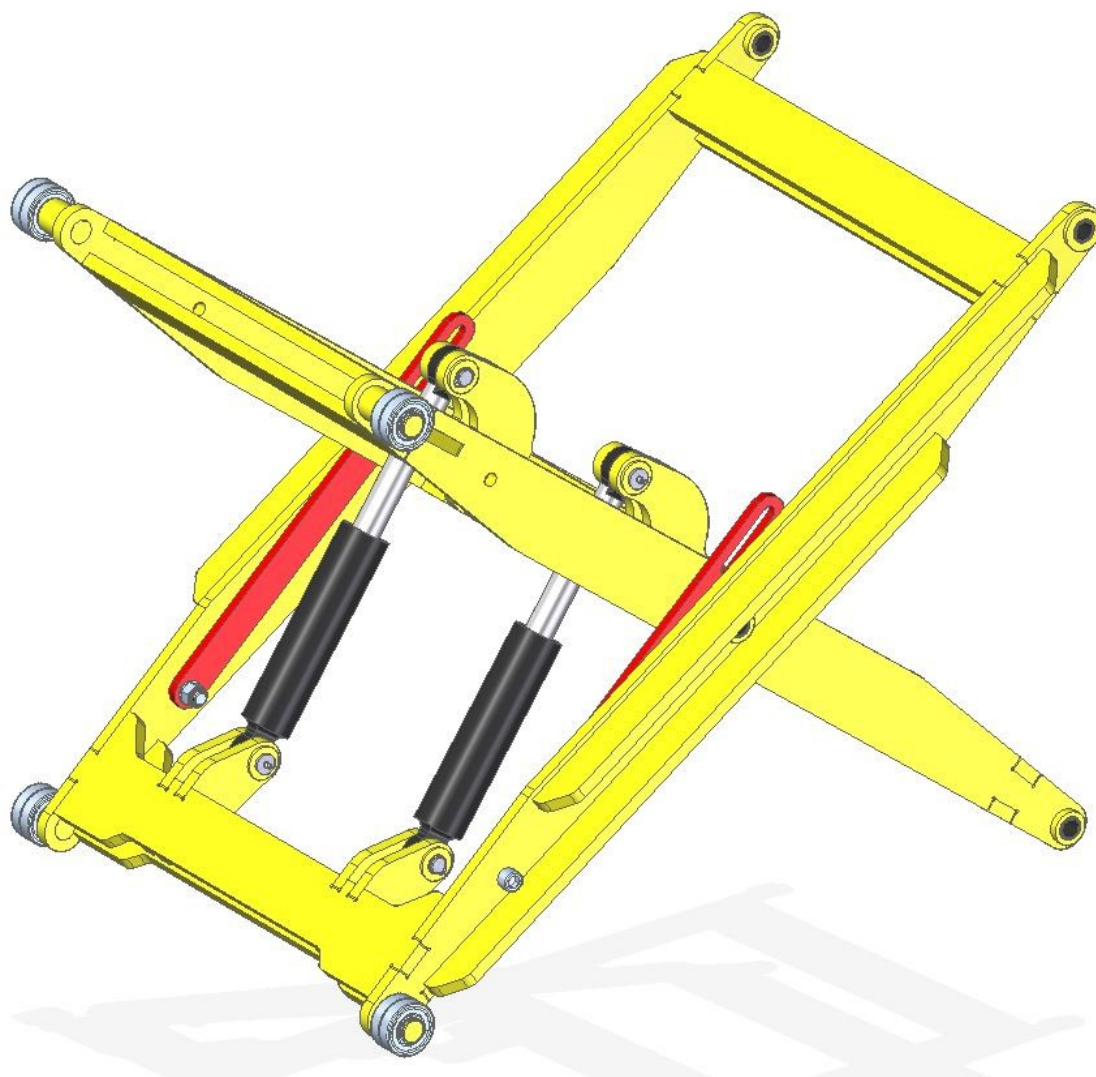
- Uchycení zdvihadích ramen
- Ukotvení stolu k podlaze



- Místo pro uchycení hydraulického agregátu, rozvod kabelů a hydraulických hadic

Pro správnou funkci stolu a pro získání požadované rovinnosti je nutné, aby byl stůl položen na rovné, nejlépe lité podlaze.

### **Zdvíhací ramena**



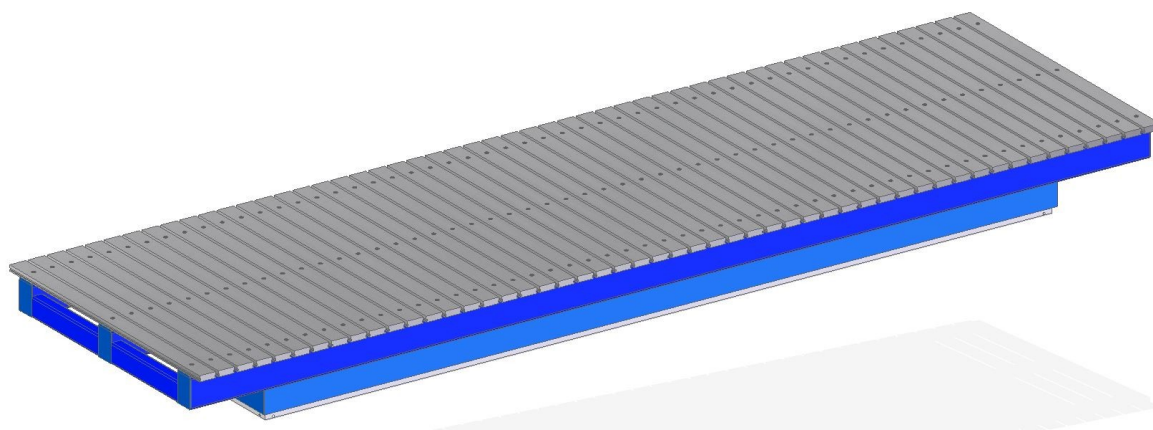
Obr. 2.3 - Zdvíhací ramena

Zdvíhací ramena jsou klíčovou částí tohoto zařízení. Skládají se z dvou párů ocelových ramen, které jsou z jedné strany připevněny čepy do základního rámu a pracovní části stolu. Druhá strana se dovaluje po pohyblivých rolnách. K zajištění

pracovní bezpečnosti při provádění údržby jsou ramena vybavena servisními podpěrami, kterými se stůl mechanicky zajistí.

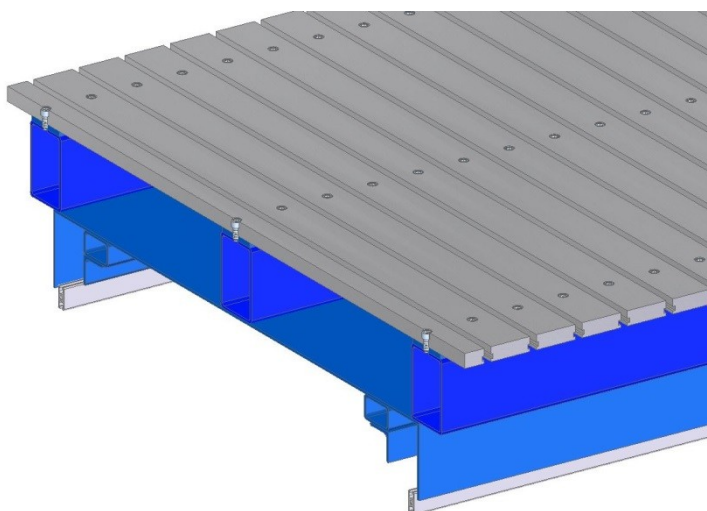
Zdvíhání stolu je prováděné pomocí hydraulických válců, které jsou připevněné k zdvihacím ramenům.

### **Pracovní část stolu**



Obr. 2.4 - Pracovní část stolu

Poslední důležitou částí stolu je horní – pracovní část. Nosnou část tvoří svařenec z ocelových profilů a plechů. Z hlediska celkové tuhosti a požadované funkce jsem volil více různých druhů profilu. Níže je znázorněn obrázek s řezem pracovní části stolu.



Obr. 2.5 - Řez pracovní části stolu



**Funkce horní části:**

- Plochu stolu tvoří lišty z duralové litiny, ve kterých jsou vyfrézovány „T“ drážky pro snadné upínání svařovaných stěn a pracovních pomůcek
- Plocha stolu slouží jako kryt proti nečistotám, které by mohly mít negativní důsledek na hydrauliku
- Po obvodu stolu je připevněná ochranná lišta, která při zamáčknutí sepne koncový spínač a pohyb stolu se zastaví a nedojde k možnému poranění např. končetiny

## 2.1 Statické uvolnění, určení průměru a počtu hydraulických válců

Zadané hodnoty:

Hmotnost pohyblivé části stolu + samotná nosnost:

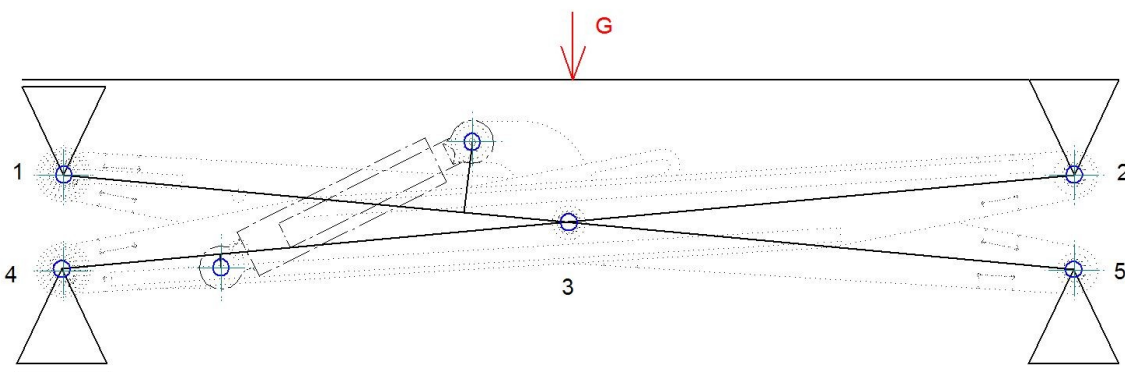
$$m = 1500 + 2500 = 4000 \text{ kg}$$

Tlak v hydraulickém potrubí:  $P = 16 \text{ MPa}$

$$G = m \cdot g = 4000 \cdot 9,81 \cong 40000 \text{ N} \quad (2.1)$$

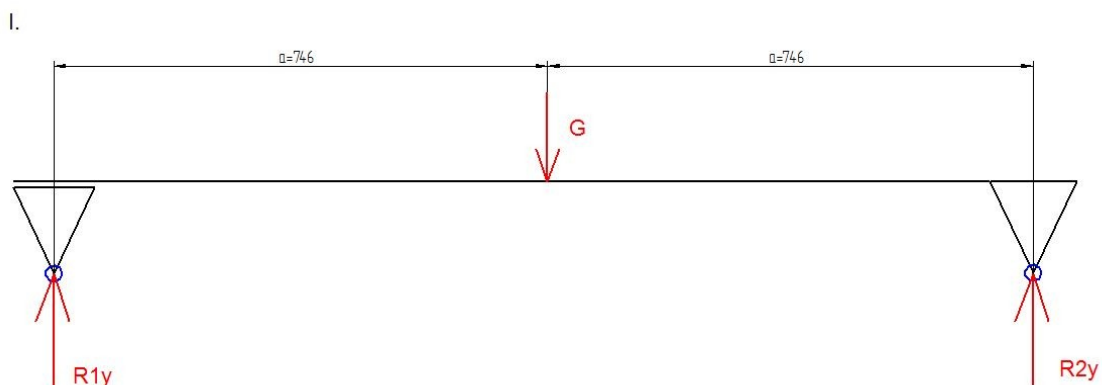
Pro zjednodušení výpočtu, staticky uvolním pouze polovinu stolu, proto při výpočtu použiju pouze polovinu zatížení  $G=20000 \text{ N}$ .

Celý výpočet provedu v dolní poloze stolu, protože zde budou potřeba větší síly vyvinuté hydraulickými válci a tudíž i větší reakce v čepích.



Obr. 2.6 - Schéma - statické uvolnění

### 2.1.1 Statické uvolnění - těleso I



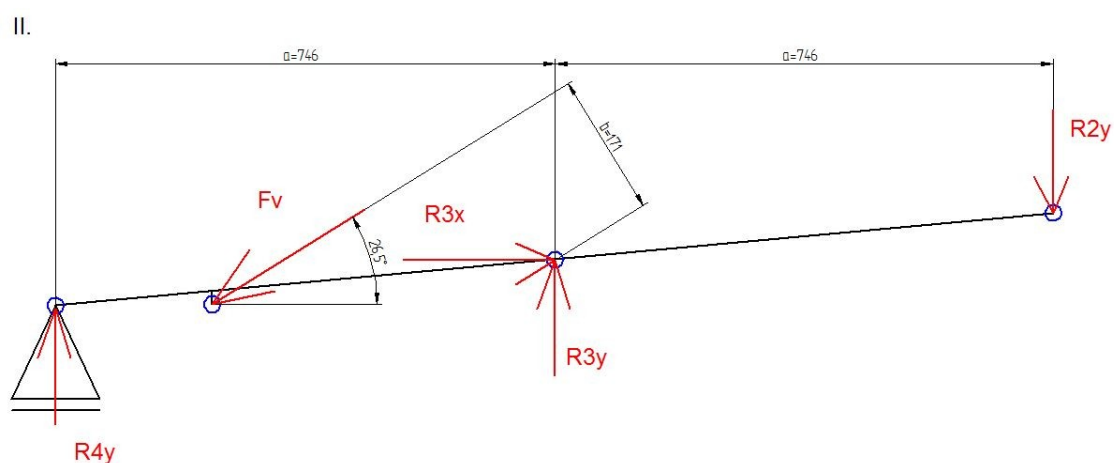
Obr. 2.7 - Statické uvolnění -Těleso I

$$\sum F_{1y} = 0 = R_{1y} + R_{2y} - G \quad (2.2)$$

$$R_{1y} = R_{2y} \quad (2.3)$$

$$R_{1y} = R_{2y} = \frac{G}{2} = \frac{20000}{2} = 10000N \quad (2.4)$$

### 2.1.2 Statické uvolnění - těleso II



Obr. 2.8 - Statické uvolnění -Těleso II

$$\sum M_{o3} = 0 = -F_v \cdot b + R_{4y} \cdot a + R_{2y} \cdot a = 0 \quad (2.5)$$

$$R_{4y} = R_{2y} = R_{1y} \quad (2.6)$$

$$\sum F_{3y} = 0 = R_{4y} - R_{2y} + R_{3y} - F_v \cdot \sin_{26,5} \Rightarrow$$

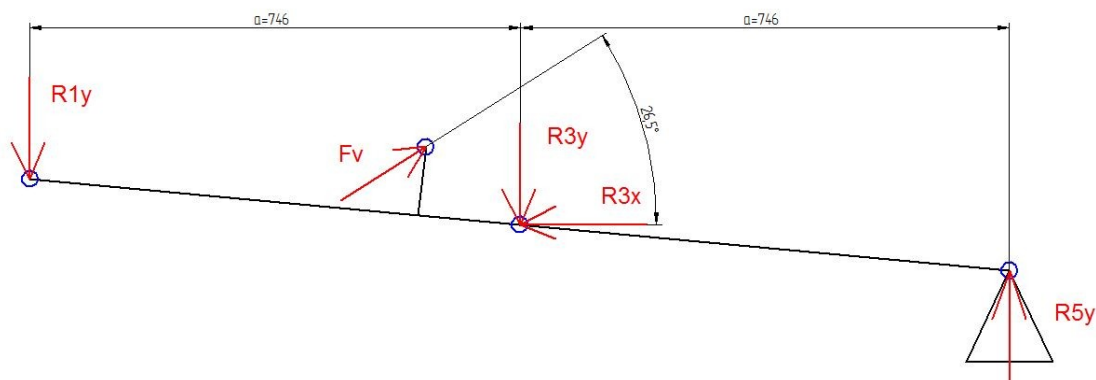
$$R_{3y} = F_v \cdot \sin_{26,5} = 87251 \cdot \sin_{26,5} = 38931N \quad (2.7)$$

$$F_v = \frac{R_{4y} \cdot a + R_{2y} \cdot a}{b} = \frac{10000 \cdot 746 + 10000 \cdot 746}{171} = 87251N \quad (2.8)$$

$$\sum F_{3x} = 0 = F_v \cdot \cos_{26,5} - R_{3x} \Rightarrow R_{3x} = F_v \cdot \cos_{26,5} = 87251 \cdot \cos_{26,5} = 78084N \quad (2.9)$$

### 2.1.3 Statické uvolnění - těleso III

III.



Obr. 2.9 - Statické uvolnění - Těleso III

$$R_{5y} = R_{4y} = R_{2y} = R_{1y} = 10000N \quad (2.10)$$

### 2.1.4 Výpočet průměru válce

$$P = \frac{F}{S} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{P \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 87251}{16 \cdot \pi}} = 83.3mm \quad (2.11)$$

Dle normalizovaných rozměru válců volím válec **d=90mm**, jelikož tento rozměr je příliš velký a rozměrově nevyhovující pro dané řešení proto volím **dva** menší válce a výpočet opakuji.

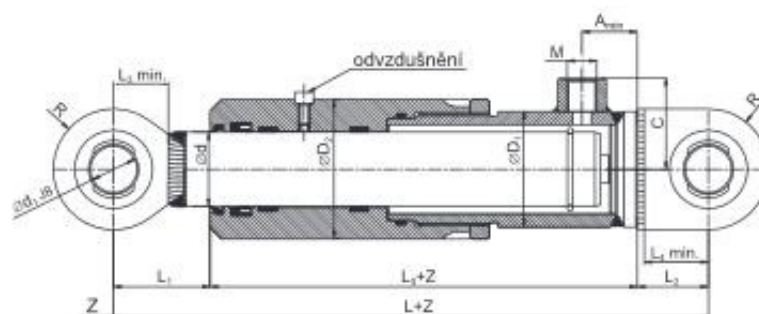
$$P = \frac{F}{2 \cdot S} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d^2}{2}} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{2 \cdot F}{P \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 87251}{16 \cdot \pi}} = 58,9mm \quad (2.12)$$

### Výsledek

Z takto spočítaných rozměrů volím normalizovaný hydraulický válec **d = 63mm**.

## Série ZH-PL

pro  $P_{\max}$  25 MPa



Situace přívodního šroubení k rovině kývání



$\varnothing d$	L	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	$\varnothing D_1$	$\varnothing D_2$	$\varnothing d_1$	E	K	R	M	$A_{\min}$	C	Maximální doporučené zdvihy dle zvol. $\varnothing d$	Hmotnost při zdvihu Z (kg)
32	185	105	45	35	32	31	31	50	65	20	16	14	27,5	12x1,5	25	43	730	$3,30 + Z \times 0,01200$
36	195	115	45	35	32	31	31	55	70	20	16	14	27,5	16x1,5	25	45,5	830	$4,00 + Z \times 0,01400$
40	220	130	52	38	33	33	33	60	75	25	20	18	32,5	16x1,5	30	48	917	$5,90 + Z \times 0,02000$
45	225	135	52	38	33	33	33	70	85	25	20	18	32,5	16x1,5	30	53	1040	$7,10 + Z \times 0,02400$
50	240	140	58	42	37	37	37	78	95	25	20	18	35	16x1,5	30	57	1160	$9,40 + Z \times 0,02900$
55	255	145	65	45	45	39	39	78	99	30	22	20	42,5	22x1,5	30	57	1280	$11,20 + Z \times 0,03300$
63	275	165	65	45	45	39	39	85	115	30	22	20	42,5	22x1,5	38	60,5	1480	$16,20 + Z \times 0,04500$
70	315	180	80	55	54	49	49	95	120	35	25	25	47,5	22x1,5	38	65,5	1640	$19,40 + Z \times 0,04600$
80	325	190	80	55	54	49	49	105	130	35	25	25	47,5	27x2	38	74,5	1890	$23,60 + Z \times 0,06100$

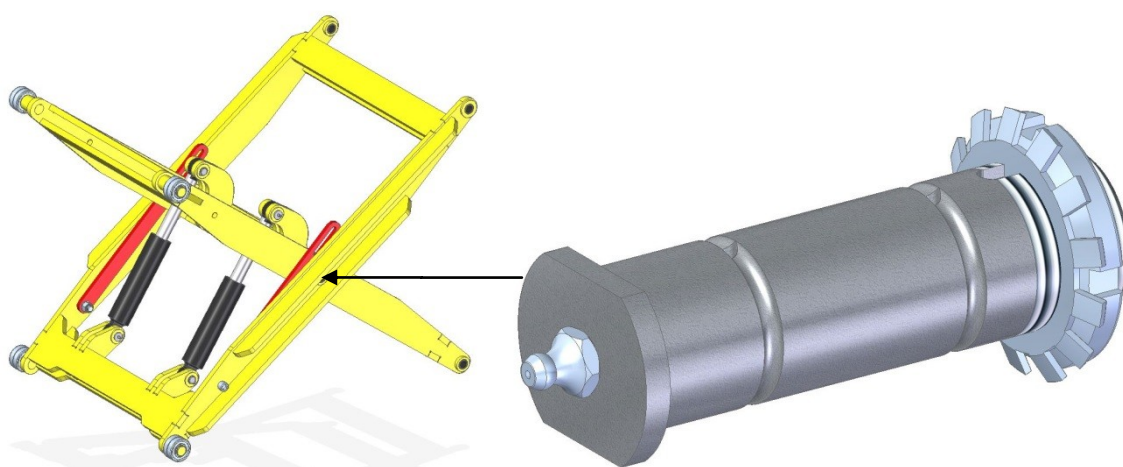
Obr. 2.10 - Tabulka katalogových hydromotorů - ZH PL [5]

## 2.2 Předběžná kontrola čepů

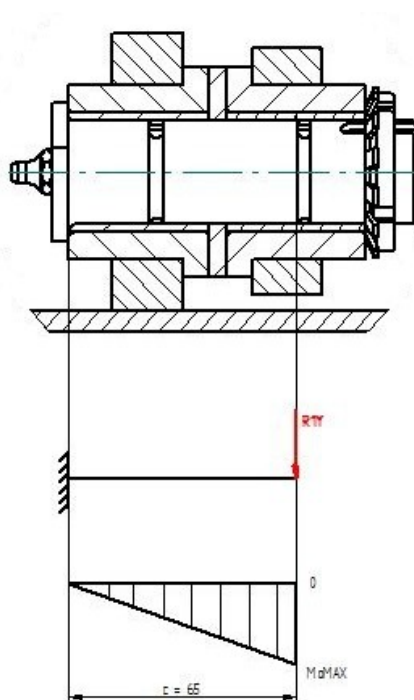
Statickým výpočtem jsem určil reakce v čepu. Pro kontrolní výpočty čepů, použiju **poloviční velikost reakce**, protože stůl je konstruován dvojicí ramen. Všechny výpočty, které jsem provedl jsou bez vrubového účinku (mazací drážka, otvor pro přívod maziva) a proto jsou pouze orientační. Přesné výpočty provedu v programu ANSYS v kapitole 4.

Všechny čepy jsou provedeny z materiálu 42CrMo4 (15142.6) a uloženy v nalisovaných, bronzových pouzdrech.

### 2.2.1 Čep č.1



Obr. 2.11 - Detail umístění zkoumaného čepu č. 1



Obr. 2.12 - Zatížení čepu č. 1 s průběhem ohybových momentů

## Kontrola na ohyb

$$\sigma_{oc1} = \frac{M_{omax}}{W_{o1}} = \frac{\frac{\sqrt{R_{3x}^2 + R_{3y}^2}}{2} \cdot c}{\frac{\pi \cdot d_{c1}^3}{4}} = \frac{\frac{\sqrt{38931^2 \cdot 78084^2}}{2} \cdot 65}{\frac{\pi \cdot 30^3}{4}} =$$

$$= \frac{\frac{\sqrt{38931^2 \cdot 78084^2}}{2} \cdot 65}{\frac{\pi \cdot 30^3}{4}} = 133,7 \text{ MPa} < \sigma_{dov 15 142} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.13)$$

$$R_{e 15 142} = 750 \text{ MPa} \quad [6]$$

$$\sigma_{dov 15 142} = \frac{R_{e 15 142}}{k} = \frac{750}{1,2} = 625 \text{ MPa} \quad (2.14)$$

Součinitel bezpečnosti volím  $k = 1,2$

## Kontrola na otlačení

$$p_{c1} = \frac{\frac{\sqrt{R_{3x}^2 + R_{3y}^2}}{2}}{S_{c1}} = \frac{\frac{\sqrt{38931^2 \cdot 78084^2}}{2}}{40 \cdot 30} = 36,3 \text{ MPa} < p_{dov bronz} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.15)$$

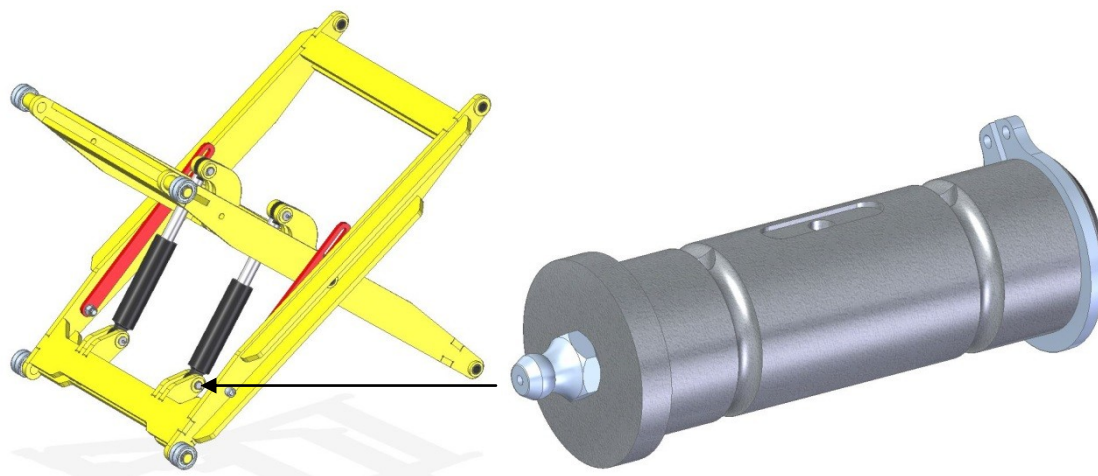
$$p_{dov bronz} = 120 \text{ MPa} \quad [4]$$

## Kontrola na střih

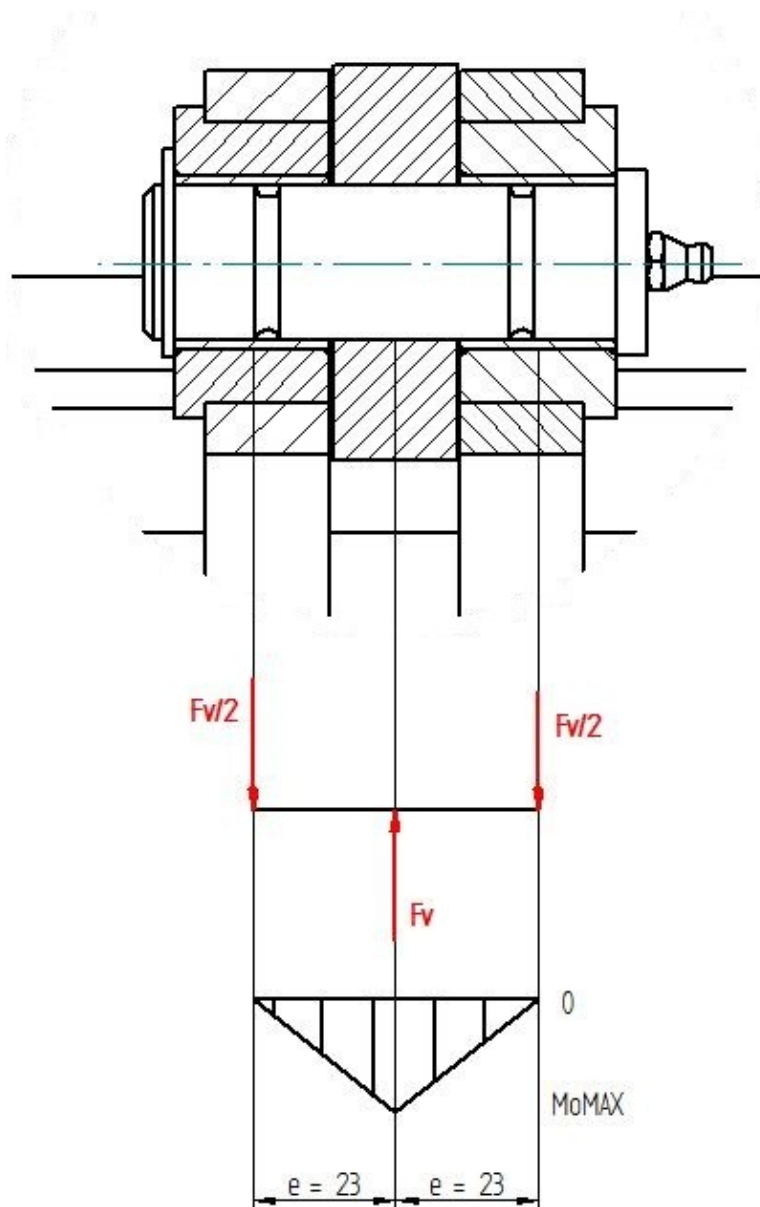
$$\tau_{sc1} = \frac{\frac{\sqrt{R_{3x}^2 + R_{3y}^2}}{2}}{\frac{\pi \cdot d_{c1}^2}{4}} = \frac{\frac{\sqrt{38931^2 \cdot 78084^2}}{2}}{\frac{\pi \cdot 30^2}{4}} = 61,7 \text{ MPa} < \tau_{sdov 15 142} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.16)$$

$$\tau_{sdov 15 142} = 100 \text{ MPa} \quad [8]$$

### 2.2.2 Čep č. 2



Obr. 2.13 - Detail umístění zkoumaného čepu č. 2



Obr. 2.14 - Zatížení čepu č. 2 s průběhem ohybových momentů



### Kontrola na ohyb

$$\sigma_{oc2} = \frac{M_{omax}}{W_{o2}} = \frac{\frac{F_v \cdot e}{4}}{\frac{\pi \cdot d_{c2}^3}{4}} = \frac{\frac{87251}{4} \cdot 23}{\frac{\pi \cdot 25^3}{4}} = 40,6 MPa < \sigma_{dov\ 15\ 142} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.17)$$

$$R_{e\ 15\ 142} = 750\ MPa \quad [6]$$

$$\sigma_{dov\ 15\ 142} = \frac{R_{e\ 15\ 142}}{k} = \frac{750}{1,2} = 625\ MPa \quad (2.18)$$

Součinitel bezpečnosti volím  $k = 1,2$

### Kontrola na otlačení

$$p_{c2} = \frac{\frac{F_v}{2}}{S_{c2}} = \frac{\frac{87251}{2}}{25 \cdot 30} = 58,2 MPa < p_{dov\ bronz} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.19)$$

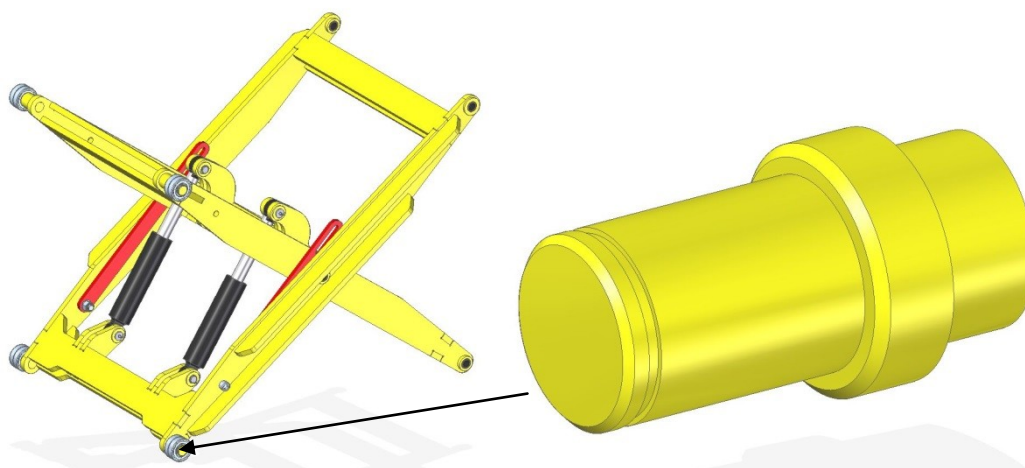
$$p_{dov\ bronz} = 120 MPa \quad [4]$$

### Kontrola na střih

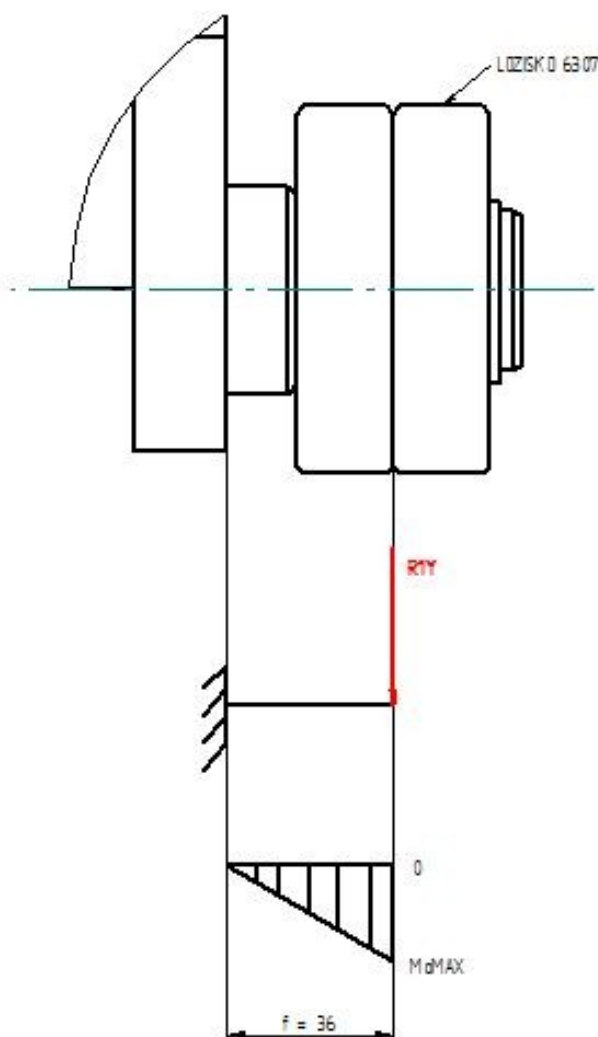
$$\tau_{sc2} = \frac{\frac{F_v}{2}}{\frac{\pi \cdot d_{c2}^2}{4}} = \frac{\frac{87251}{2}}{\frac{\pi \cdot 25^2}{4}} = 45 MPa < \tau_{sdov\ 15\ 142} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.20)$$

$$\tau_{sdov\ 15\ 142} = 100 MPa \quad [8]$$

### 2.2.3 Čep č. 3



Obr. 2.15 - Detail umístění zkoumaného čepu č. 3



Obr. 2.16 - Zatížení čepu č. 3 s průběhem ohybových momentů

### Kontrola na ohyb

$$\sigma_{oc3} = \frac{M_{omax}}{W_{o3}} = \frac{\frac{R_{1y}}{2} \cdot f}{\frac{\pi \cdot d_{c3}^3}{4}} = \frac{\frac{10000}{2} \cdot 36}{\frac{\pi \cdot 35^3}{4}} = 5,5 \text{ MPa} < \sigma_{dov \text{ 11 523}} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.21)$$

$$R_{e \text{ 11 523}} = 333 \text{ MPa} \quad [7]$$

$$\sigma_{dov \text{ 11 523}} = \frac{R_{e \text{ 11 523}}}{k} = \frac{333}{1,2} = 277,5 \text{ MPa} \quad (2.22)$$

Součinitel bezpečnosti volím  $k = 1,2$

### Kontrola na otlačení

$$p_{c3} = \frac{\frac{R_{1y}}{2}}{S_{c3}} = \frac{\frac{10000}{2}}{35 \cdot 42} = 3,4 \text{ MPa} < p_{dov \text{ 11 523}} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.23)$$

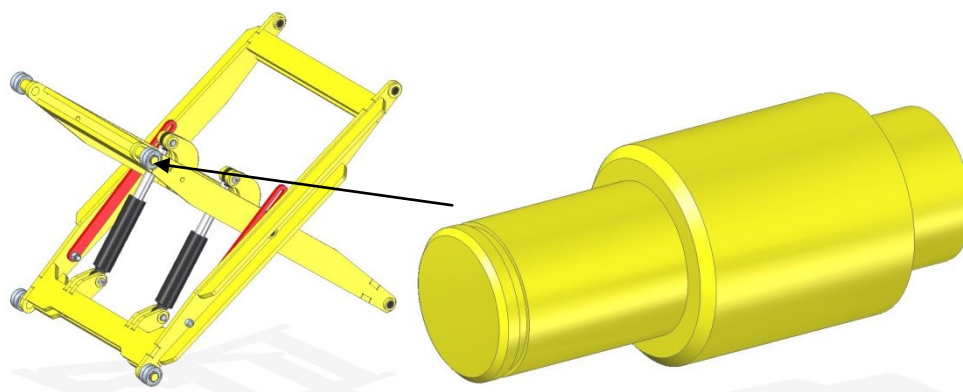
$$p_{dov \text{ 11 523}} = 120 \text{ MPa} \quad [8]$$

### Kontrola na střih

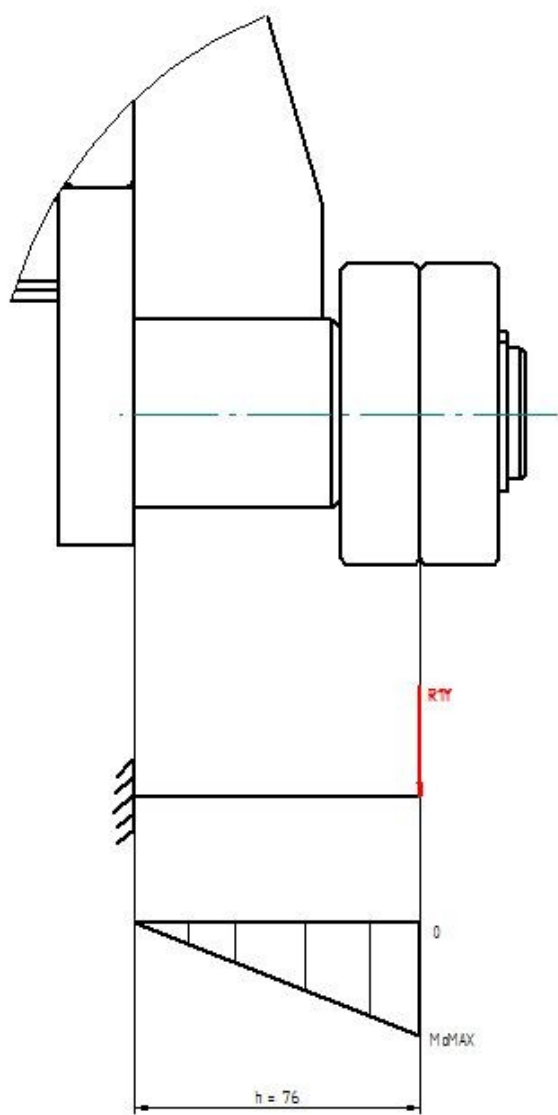
$$\tau_{sc3} = \frac{\frac{R_{1y}}{2}}{\frac{\pi \cdot d_{c3}^2}{4}} = \frac{\frac{10000}{2}}{\frac{\pi \cdot 35^2}{4}} = 5,2 \text{ MPa} < \tau_{sdov \text{ 11 523}} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.24)$$

$$\tau_{sdov \text{ 11 523}} = 100 \text{ MPa} \quad [8]$$

#### 2.2.4 Čep č. 4



Obr. 2.17 - Detail umístění zkoumaného čepu č. 4



Obr. 2.18- Zatížení čepu č. 4 s průběhem ohybových momentů

### Kontrola na ohyb

$$\sigma_{oc4} = \frac{M_{omax}}{W_{o3}} = \frac{\frac{R_{1y}}{2} \cdot h}{\frac{\pi \cdot d_{c4}^3}{4}} = \frac{\frac{10000}{2} \cdot 76}{\frac{\pi \cdot 35^3}{4}} = 11,3 \text{ MPa} < \sigma_{dov \text{ 11 523}} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.25)$$

$$R_{e \text{ 11 523}} = 333 \text{ MPa} \quad [7]$$

$$\sigma_{dov \text{ 11 523}} = \frac{R_{e \text{ 11 523}}}{k} = \frac{333}{1,2} = 277,5 \text{ MPa} \quad (2.26)$$

Součinitel bezpečnosti volím  $k = 1,2$

### Kontrola na otlačení

$$p_{c4} = \frac{\frac{R_{1y}}{2}}{S_{c4}} = \frac{\frac{10000}{2}}{35 \cdot 42} = 3,4 \text{ MPa} < p_{dov \text{ 11 523}} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.27)$$

$$p_{dov \text{ 11 523}} = 120 \text{ MPa} \quad [8]$$

### Kontrola na střih

$$\tau_{sc4} = \frac{\frac{R_{1y}}{2}}{\frac{\pi \cdot d_{c4}^2}{4}} = \frac{\frac{10000}{2}}{\frac{\pi \cdot 35^2}{4}} = 5,2 \text{ MPa} < \tau_{sdov \text{ 11 523}} \rightarrow \text{vyhovuje} \quad (2.28)$$

$$\tau_{sdov \text{ 11 523}} = 100 \text{ MPa} \quad [8]$$

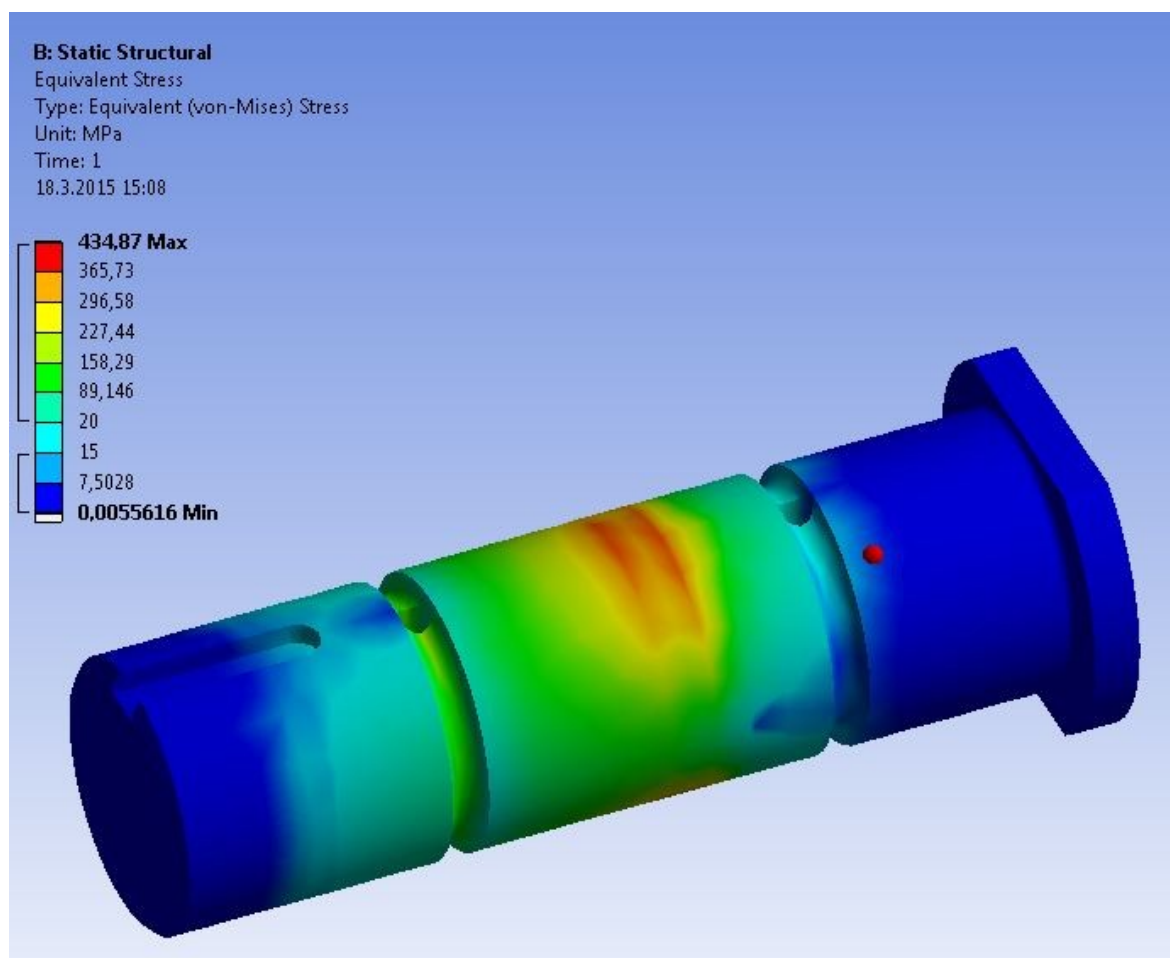
## 2.3 Kontrola MKP

V této kapitole budu kontrolovat kritický namáhané součásti pomocí MKP, protože v předchozí kapitole jsem zanedbal vliv vrubových účinků. Zadání okrajových podmínek je totožné jako v kapitole 2.2. Kontrolu provádím v programu ANSYS WORKBENCH 15.0.

### 2.3.1 Detailní kontrola čepu č.1

Materiál čepu 15 142 ( 42CrMo4 )

$$R_{e\ 15\ 142} = 750\ MPa \quad [6]$$

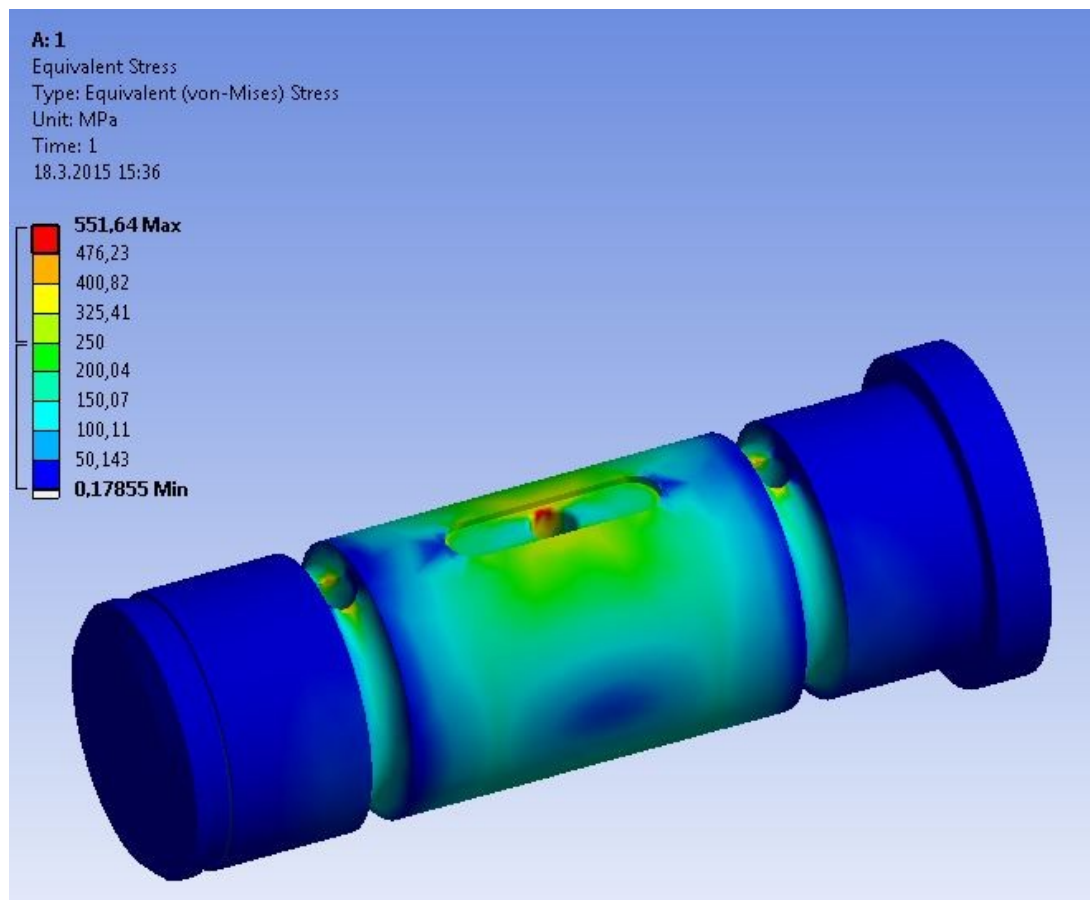


Obr. 2.19 - MKP čep 1, napětí dle hypotézy MMH

### 2.3.2 Detailní kontrola čepu č.2

Materiál čepu 15 142 ( 42CrMo4 )

$$R_{e\ 15\ 142} = 750\ MPa \quad [6]$$

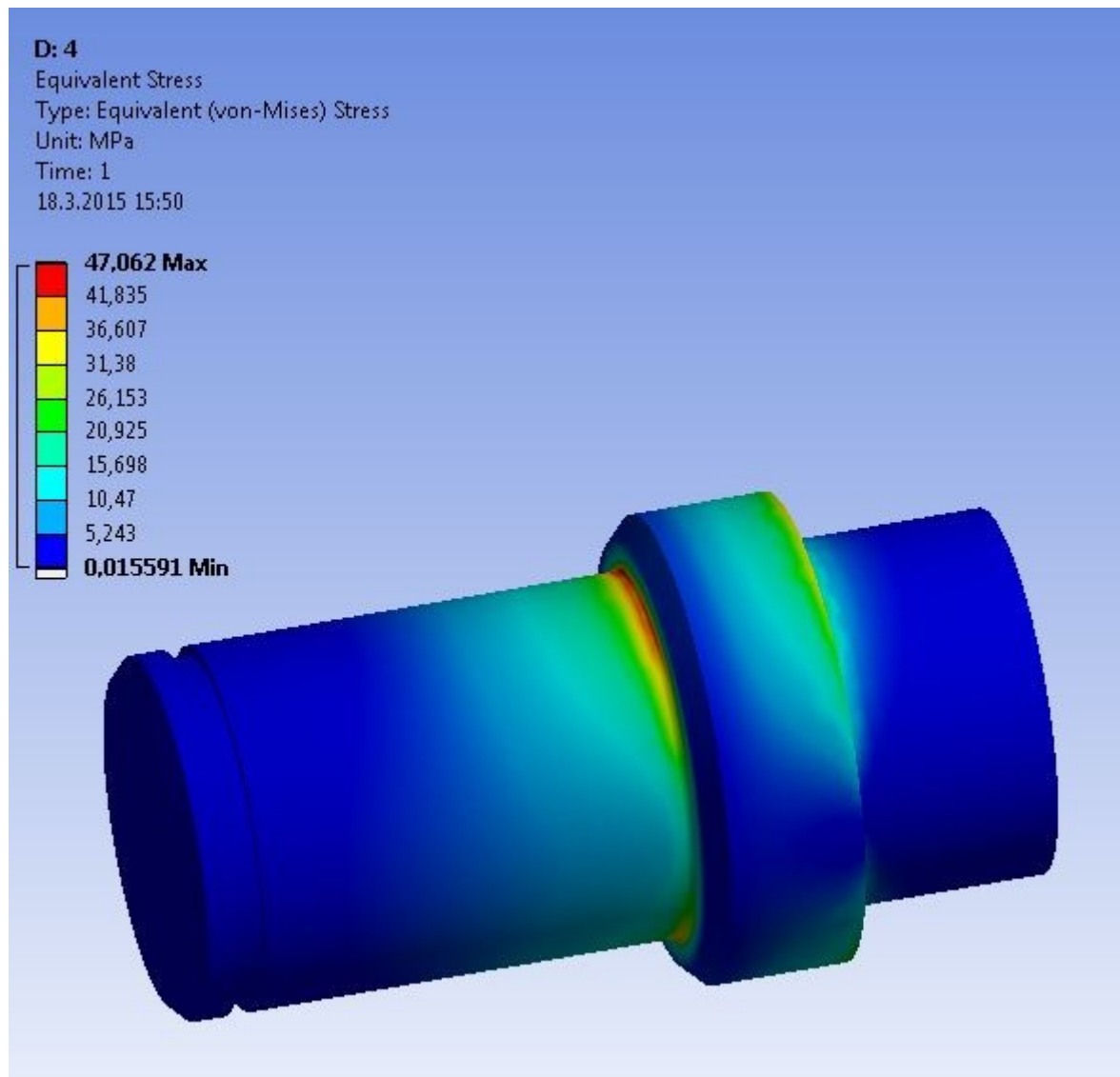


Obr. 2.20 - MKP čep 2, napětí dle hypotézy HMH

### 2.3.3 Detailní kontrola čepu č.3

Materiál čepu 11 523

$$R_{e\ 11\ 523} = 333\ MPa \quad [7]$$



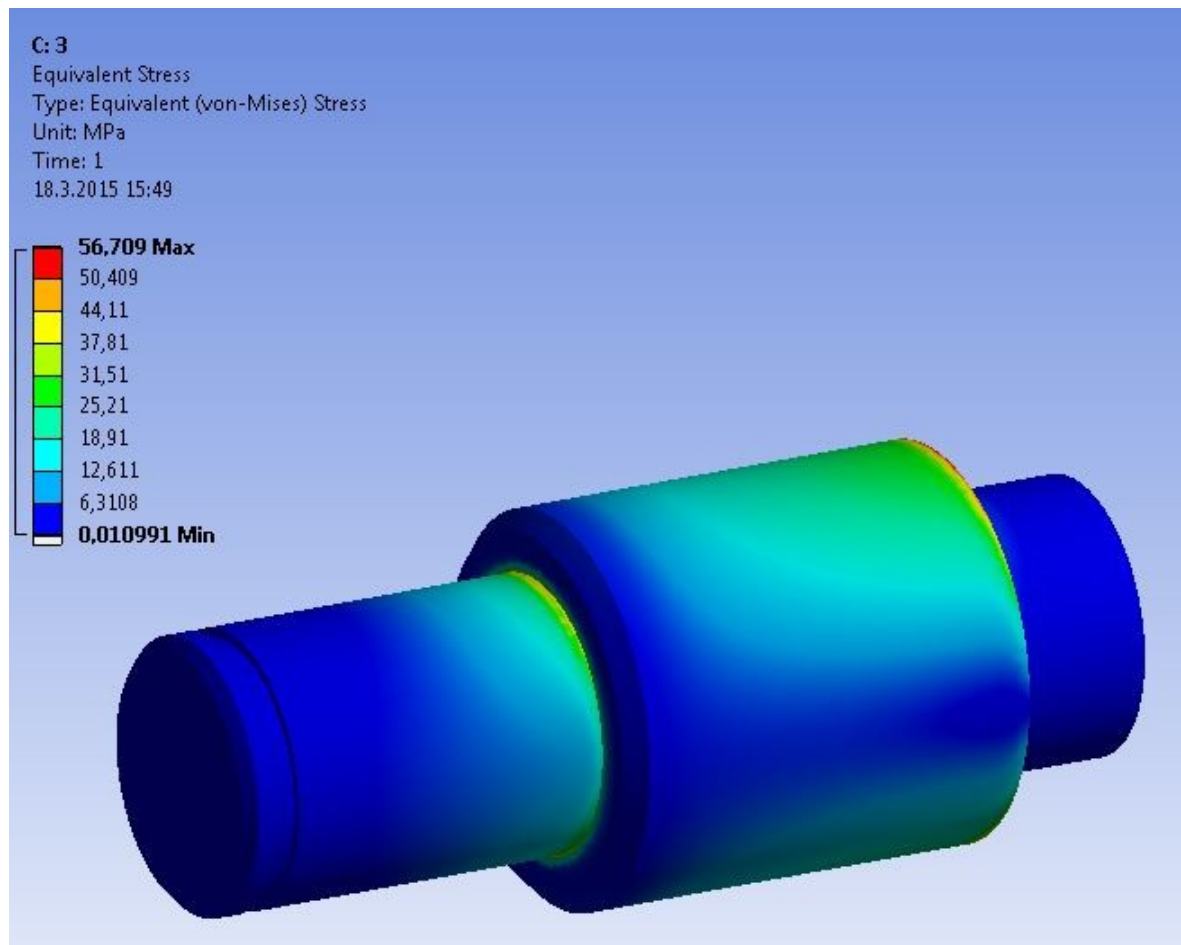
Obr. 2.21 - MKP čep 3, napětí dle hypotézy HMH



#### 2.3.4 Detailní kontrola čepu č.4

Materiál čepu 11 523

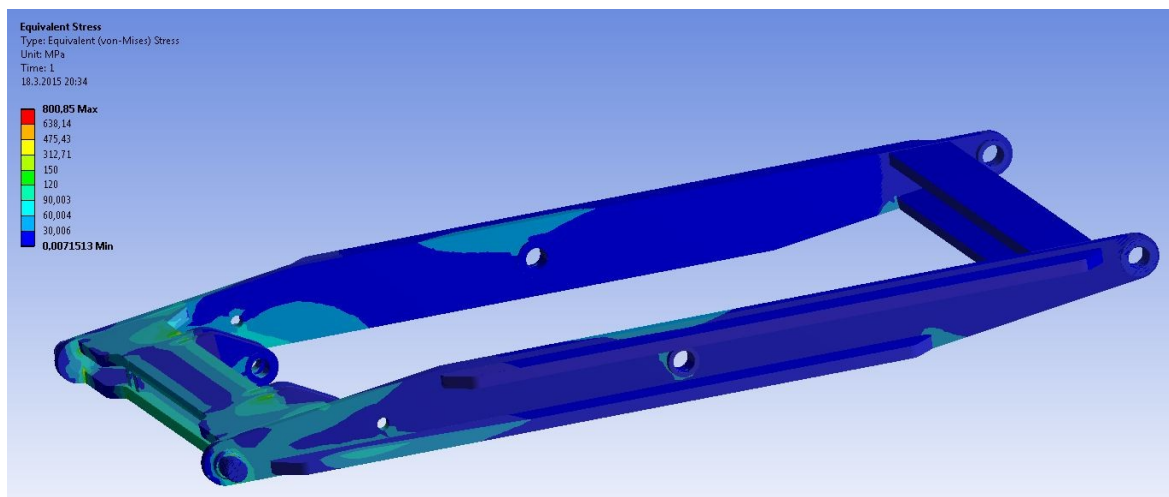
$$R_{e\ 11\ 523} = 333\ MPa \quad [7]$$



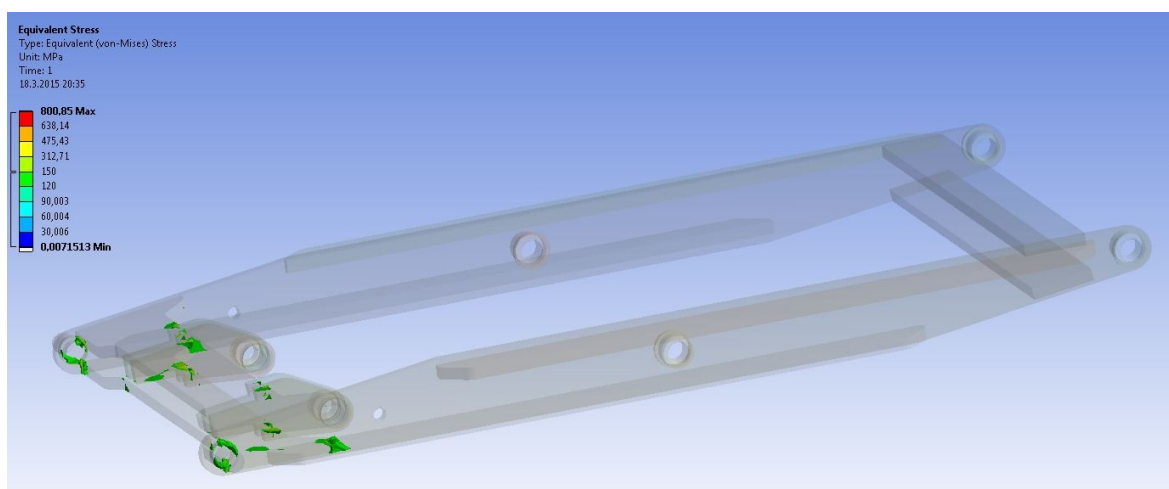
Obr. 2.22 - MKP čep 4, napětí dle hypotézy HMH

### 2.3.5 Detailní kontrola ramene č.1

Oba ramena stolu jsou provedena z oceli 11 523, u které je  $R_{e\ 11\ 523} = 333\text{MPa}$ [7]. Na stupnici je napětí až 800MPa, ale toto napětí není reálné, protože model neobsahuje svary ani žádné plynule přechody a tudíž se tyto hrany jeví jako nereálný koncentrátor napětí, který můžeme zanedbat.



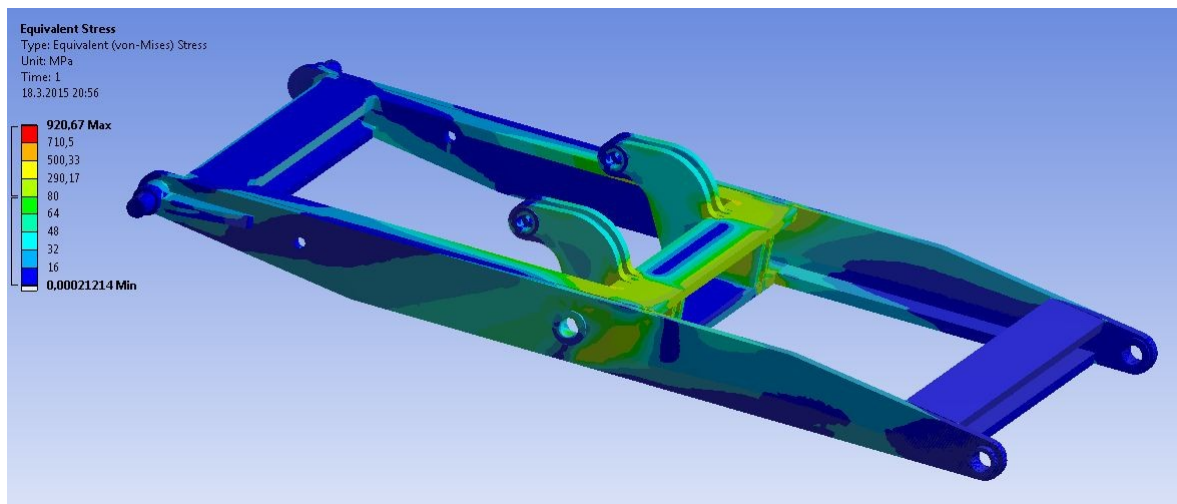
Obr. 2.23 - MKP rameno 1, napětí dle hypotézy HMH



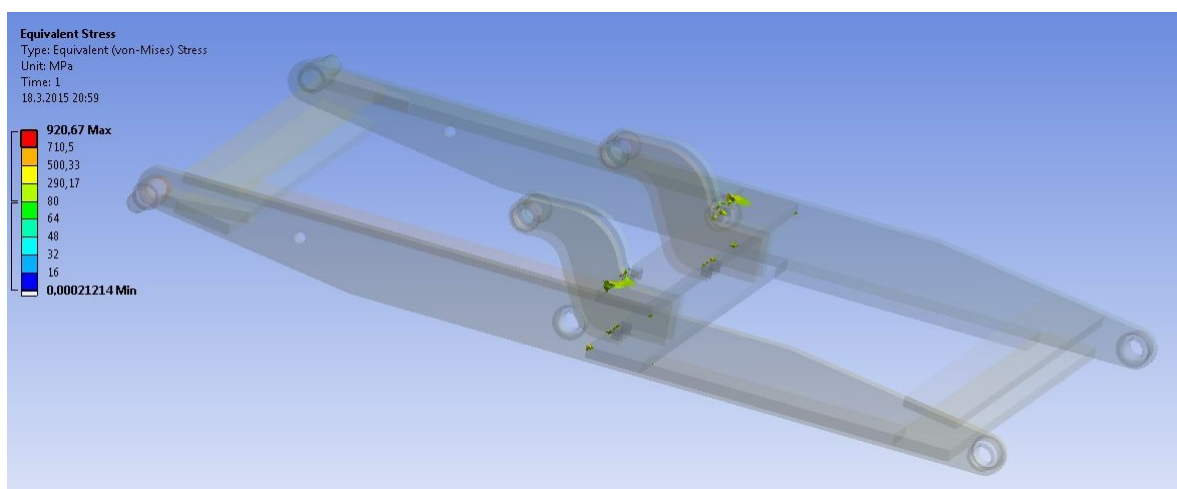
Obr. 2.24 - MKP rameno 1, napětí dle hypotézy HMH - zobrazení elementů u kterých je překročeno napětí 120MPa

### 2.3.6 Detailní kontrola ramene č.2

Rameno č.2 je opět provedeno z oceli 11 523 s  $R_{e\ 11\ 523} = 333\text{MPa}$ [7]. Výsledek zahrnuje napětí až 900Mpa, ačkoli toto napětí je jako v předchozím případě způsobeno ostrými hranami a přechody, které ve skutečnosti eliminují svary.



Obr. 2.25 - MKP rameno 2, napětí dle hypotézy HMH

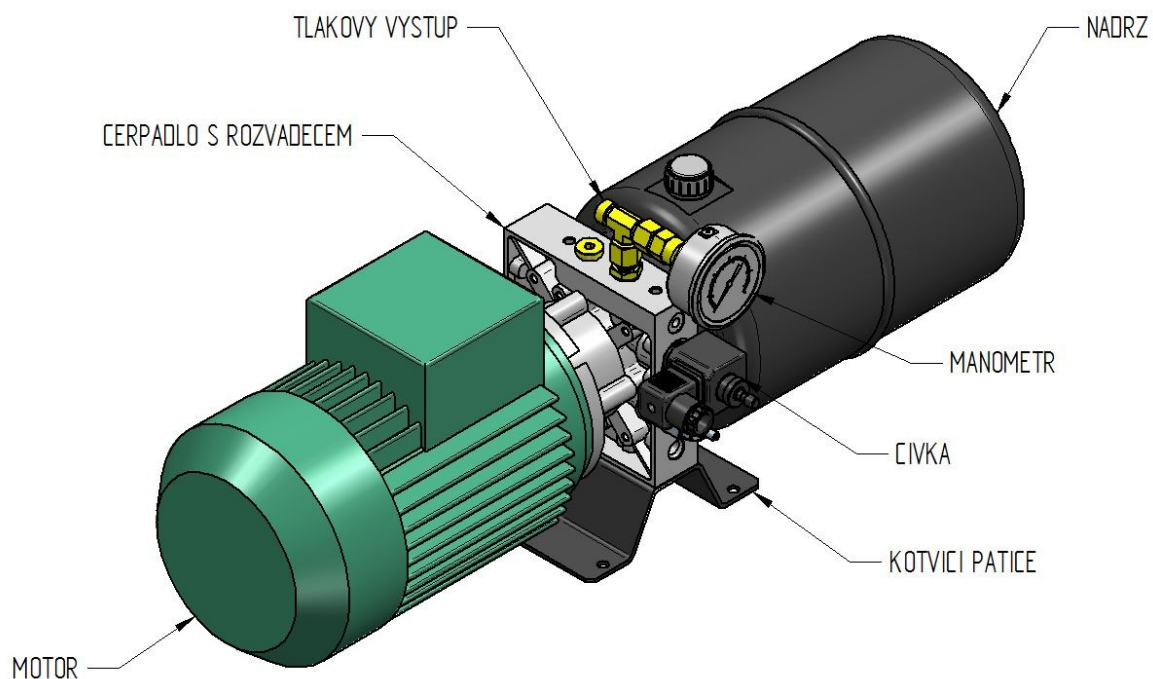


Obr. 2.26 - MKP rameno 2, napětí dle hypotézy HMH - zobrazení elementů u kterých je překročeno napětí 200MPa

### 3 Hydraulická část

Ve spolupráci z firmou EUROFLUID byl navržen hydraulický agregát, který musel splňovat požadované podmínky. Nejdůležitější kritérium bylo vytvořit rozměrově co nejmenší agregát, aby bylo možné jeho umístění na základový rám, přičemž by nedošlo k jakékoliv kolizi při samotném polohování stolu.

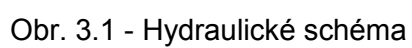
Výsledek je hydraulický agregát **HS 400 524**.



Obr. 3.1 - Hydraulický agregát HS 400 524

#### Vlastnosti agregátu:

- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| • Objem nádrže                      | 5l                                   |
| • Maximální pracovní tlak           | 160 barů                             |
| • Dodávané množství oleje           | 3,65 ccm/ot                          |
| • Motor                             | 230/400 V 50 Hz, 1,5 kW1 1390 ot/min |
| • Ovládací napětí sedlového ventilu | 12 V DC                              |
| • Pracovní kapalina                 | hydraulický olej ISO VG32, DIN 51519 |



## 4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout hydraulický polohovatelný stůl pro svařování nerezových stěn bazénů a také vytvořit příslušnou výkresovou dokumentaci. Stůl byl dimenzován pro maximální nosnost 2500kg s zdvihem 820mm.

V úvodu jsem provedl základní rozdělení a řešerši dané problematiky. Další části této práce jsou spojeny se samotným návrhem jednotlivých součástí stolu.

V první části návrhu jsem vytvořil geometrický náčrt pro statické uvolnění stolu a následný výpočet reakcí. Postupným upravováním těchto rozměrů jsem dospěl k finální geometrii. Všechny výpočty jsem prováděl v dolní poloze stolu, protože v tomto případě jsou reakční síly nejvyšší. S takto vypočtených sil jsem zvolil vhodné hydraulické přímočaré motory. Další části návrhu bylo navržení ramen a čepů, které pevnostně vyhovují zatížení.

Z bezpečnostních důvodů je stůl vybaven mechanickými dorazy, které zajistí horní část, aby bylo možné bezpečně provádět opravy a běžnou údržbu. Stůl je také vybaven koncovými spínači, které zabraní pohybu stolu při kolizi s jakýmkoliv předmětem. Další důležitou funkcí horní části je zamezit poškození hydraulického obvodu nečistotami a okujemi. Velmi důležitou částí stolu jsou duralové lišty, které umožňují upnutí jednotlivých svařovaných dílů a různých pracovních pomůcek.

Posledním úkolem této práce bylo zvolit vhodný hydraulický agregát. Ve spolupráci s firmou EUROFLUID jsem zvolil hydraulický agregát HS 400 524, který vyhovuje rozměrovým a výkonovým požadavkům.



Obr. 4.1 - Svařovací hydraulický stůl

## 5 Literatura

[1] VetStol [online]. © 2015, [cit. 2015-01-05].

Dostupné z: <<http://www.vetstol.cz/>>

[2] Alto Systems [online]. © 2015, [cit. 2015-01-05].

Dostupné z: <<http://www.altosystems.cz>>

[3] Motops [online]. © 2015, [cit. 2015-01-05].

Dostupné z: <<http://www.motops.cz>>

[4] Strojírenství střední škola [online]. © 2015 [cit. 2015-01-05].

Dostupné z: <<http://strojirenstvi-stredni-skola.blogspot.cz>>

[5] Hydraulics[online]. © 2015 [cit. 2015-01-05].

Dostupné z: <<http://www.hydraulics.cz>>

[6] Bolzano[online]. © 2015 [cit. 2015-01-05].

Dostupné z: <<http://www.bolzano.cz>>

[7] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky : Pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 1. vydání. Praha : ALBRA, 2003. 872 s. ISBN 80-86490-74-2.

[8] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře : Části spojovací*. 1. vydání. Ostrava : VŠB - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2009. 91 s. ISBN 978-80-248-1290-8.

## **6 Seznam příloh**

### **Výkresy:**

Sestava stolu	01
Svařenec rámu	01-03-02
Výrobní výkres čepu	01-03-01